



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06124902 A**(43) Date of publication of application: **06 . 05 . 94**

(51) Int. Cl.

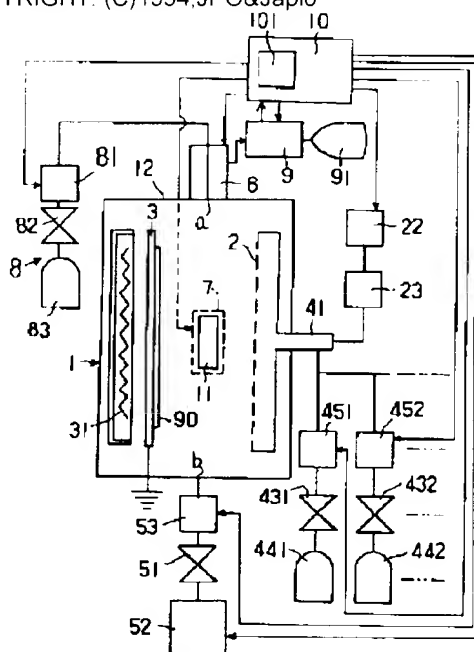
H01L 21/205**C23C 16/50****C23C 16/52****C23F 4/00****H01L 21/302**(21) Application number: **04272716**(71) Applicant: **NISSIN ELECTRIC CO LTD**(22) Date of filing: **12 . 10 . 92**(72) Inventor: **NAKAHIGASHI TAKAHIRO
KUWABARA SO****(54) PLASMA PROCESSING APPARATUS WITH
PARTICLE MONITOR**

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a plasma processing device with a particle monitor which can observe the status of in-plasma particles to suppress the generation of in-plasma particles, or, once generated, to discharge as many particles as possible to outside the chamber, or to control at least one of the exhaust means, process gas introducing means and high-frequency voltage impressing means so that both can be accomplished.

CONSTITUTION: A substrate 90 to be processed is installed in either a high-frequency electrode 2 or an electrode 3 of earth potential at an opposite position which are installed in a plasma processing chamber 1. While a preset processing degree of vacuum is maintained in a chamber 1 by an exhaust pump 52, a process gas is introduced in between electrodes 2 and 3 and a high-frequency voltage is impressed to the high-frequency electrode 2 to convert the gas into plasma. This plasma processing apparatus provides plasma processing to the substrate 90 by exposing the substrate 90 to plasma and is equipped with a CCD camera 6 to observe a plasma generating region in the plasma processing chamber 1.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-124902

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/50

16/52

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/302

7325-4K

7325-4K

A 8414-4K

A 9277-4M

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号

特願平4-272716

(22)出願日

平成4年(1992)10月12日

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72)発明者 中東 孝浩

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社内

(72)発明者 桑原 創

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社内

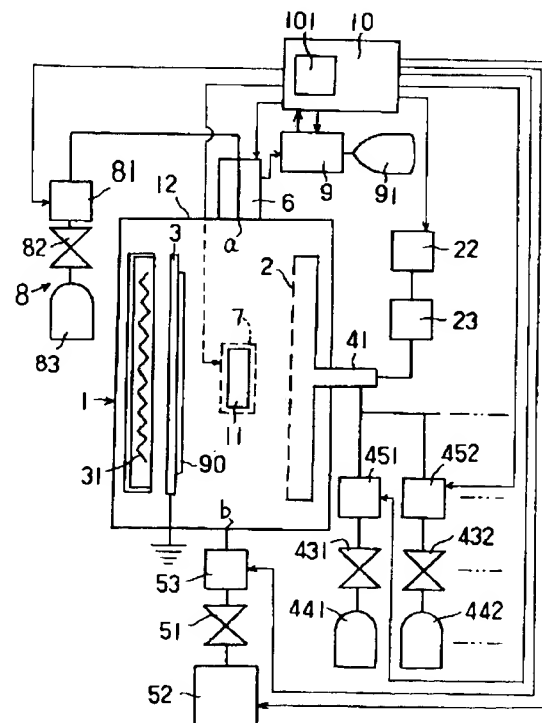
(74)代理人 弁理士 谷川 昌夫

(54)【発明の名称】 パーティクルモニタ付きプラズマ処理装置

(57)【要約】

【目的】 プラズマ中のパーティクル発生を抑制するように、若しくは一旦発生したパーティクルをできるだけ室外へ排出できるように、又はこれら双方を行い得るように排気手段、プロセスガス導入手段及び高周波電圧印加手段のうち少なくとも一つを制御するために、プラズマ中のパーティクルの状態を観測できるパーティクルモニタ付きのプラズマ処理装置を提供する。

【構成】 プラズマ処理室1内に設置した高周波電極2とこれに対向する接地電位の電極3のうち一方に被処理基体90を設置し、室1内を排気ポンプ52により所定処理真空度に維持しつつ両電極2、3間にプロセスガスを導入するとともに高周波電極2に高周波電圧を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマに基体90を曝すことで該基体に目的とするプラズマ処理を施すプラズマ処理装置であって、プラズマ処理室1内のプラズマ生成領域を観測するCCDカメラ6を備えたことを特徴とするパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ処理室内に設置した高周波電極とこれに対向する接地電位の電極のうち一方に被処理基体を設置し、前記プラズマ処理室内を排気手段により所定処理真空度に維持しつつ前記両電極間にプロセスガス導入手段にてプロセスガスを導入するとともに前記高周波電極に高周波電圧印加手段にて高周波電圧を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマに前記基体を曝すことで該基体に目的とするプラズマ処理を施すプラズマ処理装置であって、前記プラズマ処理室内のプラズマ生成領域を観測するカメラ装置を備えたことを特徴とするパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記プラズマ処理室内のプラズマ生成領域にレーザビームを照射するレーザビーム照射手段を備えた請求項1記載のパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記カメラ装置により得られた画像を処理して目的とする情報を得るデータ処理部と、前記データ処理部にて得られた情報に基づいて前記排気手段、前記プロセスガス導入手段及び前記高周波電圧印加手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように制御する制御部とを備えた請求項1又は2記載のパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記プラズマ生成領域へパージガスを導入するためのパージガス導入手段と、前記カメラ装置により得られた画像を処理して目的とする情報を得るデータ処理部と、前記データ処理部にて得られた情報に基づいて前記排気手段、前記プロセスガス導入手段、前記高周波電圧印加手段及び前記パージガス導入手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように制御する制御部とを備えた請求項1又は2記載のパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ処理室内に設置した高周波電極とこれに対向する接地電位の電極のうち一方に被処理基体を設置し、前記プラズマ処理室内を排気手段により所定処理真空度に維持しつつ前記両電極間にプロセスガス導入手段にてプロセスガスを導入するとともに前記高周波電極に高周波電圧印加手段にて高周波電圧を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマに前記基体を曝すことで該基体に目的とするプラズマ処理を施すプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種のプラズマ処理装置は、各種半導体デバイスの製造における半導体膜、絶縁膜等の形成や該膜から所定パターンを得るためのドライエッチング、さらに、基体上への超伝導膜の形成、機械部品等への耐食性、耐摩耗性膜の形成等に広く利用されている。

【0003】成膜装置としてのプラズマ処理装置の従来

例を図2を参照して説明する。この成膜装置は、プラズマ処理室1内に高周波電極2と、これに対向する接地された電極3とを設けた平行平板型プラズマCVD装置である。電極2にはマッチングボックス21を介して高周波電源(RF電源)22が接続されている。電極3の背後には電極3に支持される被成膜基体の成膜温度を制御するヒータ31が設けられている。

【0004】高周波電極2にはプロセスガスの導入管41が一体的に形成されており、これにはマスフローコントローラ421、422・・・及び電磁開閉弁431、432・・・を介してプロセスガス源441、442・・・が接続されている。これらコントローラ、弁及びガス源は使用ガス種に応じ準備され、導入管41に接続される。また、プラズマ処理室1には電磁開閉弁51を介して排気ポンプ52が接続されている。

【0005】この従来装置により例えばシリコン(Si)ウェハ上にアモルファスシリコン膜や窒化シリコン(SiNx)膜を形成するには次のように行う。すなわち、まず、基体ホルダ3にSiウェハ9を取り付ける。次いで、プラズマ処理室1内を弁51を開き、ポンプ52を運転して所定の成膜真空度に維持しつつ該成膜室1内にプロセスガスを導入し、電源22をオンして電極2に高周波電圧を印加する。

【0006】プロセスガスはアモルファスシリコン膜の成膜では、例えばガス源441をSi無機化合物(シランSiH₄、ジシランSi₂H₆等)のガス源として用い、ガス源442を水素ガス源として用いる。SiNx膜の成膜では、例えばガス源441をSi無機化合物のガス源として用い、ガス源442をアンモニア(NH₃)ガス源として用いる等する。そして弁431、432等を開き、マスフローコントローラ421、422等にて各ガスの流量を所定のものに制御しつつ導入する。

【0007】また、Siウェハ9を必要に応じ、ヒータ31にて所定温度に加熱する。かくして、導入したガスをプラズマ化して分解し、このプラズマにウェハ9を曝してその表面にアモルファスシリコン膜やSiNx膜を形成する。エッチング装置としてのプラズマ処理装置の従来例としては、前記図2の従来プラズマCVD装置において、プロセスガス源に、被エッチング基体上の膜の材質に応じ、例えば、アモルファスシリコンやSiO₂のエッチングについては四フッ化炭素(CF₄)と酸素ガス(O₂)、SiNxやタングステン(W)のエッチングについては六フッ化イオウ(SF₆)や三フッ化窒素(NF₃)等を用いるプラズマモードのドライエッチング装置が知られている。

【0008】また、被エッチング基体を高周波電極2上に設置してエッチングを行う反応性イオンエッチング(RIEモードエッチング)装置も広く知られている。なお、エッチング装置では、ヒータ31の代わりに水冷

等による冷却手段が基体設置電極に付設されることがある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のプラズマ処理装置では、プラズマ中で発生したパーティクルが、形成された膜や形成されたパターンに付着したり、混入したりして該膜やパターンに欠陥を生じさせるという問題がある。本発明者は、この欠陥発生の原因の一つは、成膜又はエッチング終了後、RF電源の停止時に、プラズマ生成中、換言すれば成膜又はエッチング中にプラズマ処理室内に発生し、気相中のシース部に捕獲されていたパーティクルが基体上に降り注ぐことによると考え、次の実験を行った。その結果、RF電源停止時にシース部に捕獲されていたパーティクルが基体上に降り注ぐことを確認した。

【0010】すなわち、図2の従来成膜装置において、電源2とウェハ9との間にレーザビームを照射しつつ該レーザビーム照射プラズマ領域をCCDカメラで観測することで、プラズマ消滅後、換言すればRF電源のオフ後、数秒を経てパーティクルがウェハ9に衝突することを確認した。この実験における成膜条件等は次のとおりであった。

【0011】

RF電源	13.56MHz、500W
プロセスガス	SiH ₄ : 28sccm、NH ₃ : 200sccm
室内ガス圧	1.0Torr
ウェハ温度	室温
入射レーザ	0.5W
形成膜	SiNx

そこで本発明は、プラズマ処理室内に設置した高周波電極とこれに対向する接地電位の電極のうち一方に被処理基体を設置し、前記プラズマ処理室内を排気手段により所定処理真空度に維持しつつ前記両電極間にプロセスガス導入手段にてプロセスガスを導入するとともに前記高周波電極に高周波電圧印加手段にて高周波電圧を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマに前記基体を曝すことで該基体に目的とするプラズマ処理を施すプラズマ処理装置であって、プラズマ中のパーティクル発生を抑制するように、若しくは一旦発生したパーティクルをできるだけ室外へ排出できるように、又はこれら双方を行い得るように前記排気手段、プロセスガス導入手段及び高周波電圧印加手段のうち少なくとも一つを制御するために、プラズマ中のパーティクルの状態を観測できるパーティクルモニタ付きのプラズマ処理装置を提供することを第1の課題とする。

【0012】また、本発明は、前記プラズマ中のパーティクルの観測を容易に行えるパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置を提供することを第2の課題とする。また、本発明は、前記パーティクル観測結果に基づいて、

前記排気手段、プロセスガス導入手段及び高周波電極印加手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように自動的に制御できるパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置を提供することを第3の課題とする。

【0013】また、本発明は、一旦発生したパーティクルをプラズマ処理室外へ、より速やかに排出することができるようにパージガスを導入することができ、前記パーティクル観測結果に基づいて、前記排気手段、プロセスガス導入手段、高周波電圧印加手段及び該パージガス導入手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように自動的に制御できるパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置を提供することを第4の課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は前記第1の課題を解決するため、前記プラズマ処理室内のプラズマ生成領域を観測するカメラ装置を備えたことを特徴とするパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置を提供するものである。かかるカメラ装置としては、代表的には、CCDカメラやICCDカメラ（イメージインテンシファイヤー付きCCDカメラ）などが考えられる。

【0015】本発明の前記第2の課題は、前記プラズマ処理室内のプラズマ生成領域にレーザビームを照射するレーザビーム照射手段を備えることにより解決される。このレーザビームは、パーティクル観測を容易にするため、例えばシートビーム（1枚のシート状のビーム）とすることが考えられる。本発明の前記第3の課題は、前記カメラ装置により得られた画像を処理して目的とする情報を得るデータ処理部と、前記データ処理部にて得られた情報に基づいて前記排気手段、前記プロセスガス導入手段及び前記高周波電圧印加手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように制御する制御部とを備えたパーティクルモニタ付きプラズマ処理装置により解決される。また、前記第4の課題は、このプラズマ処理装置において、前記プラズマ生成領域へパージガスを導入するためのパージガス導入手段を備え、前記制御部が、前記データ処理部にて得られた情報に基づいて前記排気手段、前記プロセスガス導入手段、前記高周波電圧印加手段及び前記パージガス導入手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように制御するように構成されているものにより解決される。

【0016】パージガス導入手段により導入されるガスとしては、例えば窒素ガス、Arガス等の不活性ガス等で、プラズマ処理に悪影響を与えないものが考えられる。

【0017】

【作用】本発明の前記第1の課題を解決するプラズマ処理装置によると、プラズマ処理中（プロセス中）、プラズマにおけるパーティクルの発生の状況、その量、挙動等がカメラ装置により観測される。従って、その観測結果に基づいて、パーティクル発生を抑制する方向に排気

手段による排気、プロセスガス導入手段によるプロセスガスの導入及び高周波電圧印加手段による高周波電極への電圧印加のうち少なくとも一つを制御できるし、また、一旦発生したパーティクルをプラズマ処理室からできるだけ速やかに排出するように排気手段を制御すること等が可能になる。

【0018】本発明の前記第2の課題を解決するプラズマ処理装置によると、レーザビーム照射手段からプラズマ中へレーザビームを照射し、これをパーティクルで散乱させることにより該パーティクルを容易に観測できる。特に、パーティクルの発光強度が弱く、カメラ装置による観測が困難の場合に有利である。本発明の前記第3の課題を解決するプラズマ処理装置によると、カメラ装置によるパーティクル観測結果に基づき、パーティクル発生を抑制する方向に排気手段による排気、プロセスガス導入手段によるプロセスガスの導入及び高周波電圧印加手段による高周波電極への電圧印加のうち少なくとも一つが自動的に制御される。また、この制御に加え、或いはこの制御に代えて、一旦発生したパーティクルをプラズマ処理室からできるだけ速やかに排出するように排気手段が自動的に制御される。

【0019】本発明の前記第4の課題を解決するプラズマ処理装置によると、パーティクル発生を抑制する方向への排気手段による排気、プロセスガス導入手段によるプロセスガスの導入及び高周波電圧印加手段による高周波電極への電圧印加のうち少なくとも一つが自動的に制御される。また、この制御に加え、或いはこの制御に代えて、一旦発生したパーティクルをプラズマ処理室からできるだけ速やかに排出するように、排気手段及び（又は）パージガス導入手段が自動的に制御される。パージガス導入手段が作動すると、パージガスにより基体付近からパーティクルが追い出される。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1を参照して説明する。このプラズマ処理装置は、平行平板型のプラズマCVD装置として成膜に、又はエッチング装置としてドライエッチングに利用できるものである。この装置はプラズマ処理室1を含み、その中には、高周波電極2と接地電極3を備えている。

【0021】高周波電極2はマッチングボックス23を介して高周波電源（RF電源）22に接続されており、接地電極3は接地されている。成膜装置として用いるとき、接地電極3の背後に該電極上に支持される被処理基体90の温度を制御するためのヒータ31が設けられる。エッチング装置として用いるときは、該ヒータ31は設けられないか、又は設けられていても運転されない。或いは、必要に応じ運転されることもある。

【0022】高周波電極2にはプロセスガスの導入管41が一体的に形成されており、これにはマスフローコントローラ451、452・・・、電磁開閉弁431、4

32・・・及びプロセスガス源441、442・・・が順次配管接続されている。これらマスフローコントローラ、電磁開閉弁及びプロセスガス源は、処理の種類、そのとき使用するガス種に応じて準備され、導入管41に接続される。

【0023】また、プラズマ処理室1には排気量制御が可能な排気調整弁53及び電磁開閉弁51を介して排気ポンプ52が配管接続されている。以上の構成は一部を除き図2に示す従来プラズマ処理装置の構成と似通っている。しかし、本発明に係るこのプラズマ処理装置では、さらに、CCDカメラ6、レーザビーム照射装置7、パージガス導入部8、データ処理部9、制御部10及びディスプレイ装置91が備わっている。

【0024】CCDカメラ6はプラズマ処理室1の天井壁12の略中央部に搭載されており、両電極2、3間のプラズマ生成領域に向けられている。レーザビーム照射装置7は、プラズマ処理室1の奥側壁に設けたレーザビーム照射口11からプラズマ生成領域に臨んでいる。パージガス導入部8はプラズマ処理室1に可変流量調整弁81及び電磁開閉弁82を介してパージガス源83を接続してなるもので、プラズマ処理室1へのパージガス導入口aは、該室1の天井壁12の略中央部に、CCDカメラ6と若干位置をずらせて配置してある。また、ガス導入口aは排気口bと略対向している。

【0025】データ処理部9はカメラ6にて得られる画像を処理して目的とする情報（特にプラズマ中のパーティクル量）を得るためのもので、ディスプレイ装置91はこのデータ処理部9に付設されており、カメラ6にて投影した画像の表示や画像を処理して得た情報を表示するものである。データ処理部9は前記制御部10に接続されている。この制御部10はマイクロプロセッサを含むものでキーボード等からなる操作パネル101が付設されている。

【0026】データ処理部9における画像処理の種類、ディスプレイ装置91における表示、高周波電圧印加部における電源22のオン、オフ制御及びRFパワー制御、プロセスガス導入部における電磁開閉弁431、432・・・の開閉（制御部10から各弁への制御ケーブルは図示を省略）及びマスフローコントローラ451、452・・・の流量制御、排気部における電磁開閉弁51の開閉（これの制御ケーブルも図示を省略）、排気ポンプ52のオン、オフ制御及び排気調整弁53の排気量制御、カメラ6のオン、オフ制御、レーザビーム照射装置7のオン、オフ制御、パージガス導入部8における弁82の開閉（制御ケーブルは図示省略）、可変流量調整弁81の流量制御はいずれも制御部10からの指示に基づいて行われるように構成されている。

【0027】操作パネル101は、データ処理部9にて行うべき処理、ディスプレイ装置91にて表示すべき事項を指示するキーを有し、また、高周波電源22のオ

ン、オフ、プロセスガス導入部における電磁弁431、432・・・の開閉、排気部の電磁弁51の開閉及び排気ポンプ52のオン、オフ、カメラ6のオン、オフ、レーザビーム照射装置7のオン、オフ、パージガス導入部8における電磁弁82の開閉を行うためのキーを有している。

【0028】操作パネル101は、さらに、高周波電圧印加部の電源22からのRFパワー制御、プロセスガス導入部のマスフローコントローラ451、452・・・の流量制御、排気部の排気調整弁53の流量制御及びパージガス導入部8の流量調整弁81の流量制御を手動で行うためのキーや、データ処理部9からの情報に基づき、プラズマ中のパーティクルを減少させる方向に電源22からのRFパワー設定、マスフローコントローラ451、452・・・の流量、排気調整弁53の流量、パージガス導入部の弁81の流量のうち1又は2以上を自動的にコントロールするように指示するキーも備えている。

【0029】制御部10は、この自動コントロールの指定により、指定された範囲において、RF電源22についてはRFパワーを下げる方向に、マスフローコントローラ451、452・・・については、プラズマ処理室1内のガス圧を下げるように流量を絞る方向に、排気調整弁53については、排気速度を上げる方向に、パージガス導入部の弁81については、パージガス導入量を増加させる方向にコントロールする。

【0030】なお、この自動コントロールの場合でも、各部の初期設定は手動キーにて行うようになっている。また、自動コントロールは、予め実験等により求め、制御部10に記憶させたパーティクルの状態と各部の設定との相関関係に基づき、パーティクルを極力減少させる方向で行う。

【0031】前記プラズマ処理装置によると、これを用いて成膜を行うときは、プロセスガス源441、442・・・を成膜用のプロセスガス源とし、先ず、接地電極3上に基体90を取り付ける。また、操作パネル101上のキーを用いて、電源22からのRFパワー、マスフローコントローラ451、452・・・の流量、排気調整弁53の流量、さらに必要に応じ、パージガス導入量調整弁81の流量を初期設定する。

【0032】次いで、プラズマ処理室1内を、弁51を開き、排気ポンプ52を運転して所定の成膜真空度に維持しつつ該室1内に、電磁弁431、432・・・を必要に応じ開いて所定のプロセスガスを導入し、さらに、RF電源22をオンして高周波電極2に高周波電圧を印加する。さらに必要に応じ、基体90をヒータ31にて所定温度に加熱する。さらに必要に応じ、パージガス導入部8の電磁弁82を開く。

【0033】かくして導入したガスをプラズマ化して分解し、このプラズマに基体90を曝すことで、所望の膜

を形成する。エッチングを行うときは、プロセスガス源441、442・・・をプラズマモードによるエッチング用ガス源とし、先ず、接地電極3上に、エッチングする膜が形成されている基体90を取り付ける。

【0034】また、操作パネル101上のキーを用いて、RFパワー、マスフローコントローラ451、452・・・の流量、排気調整弁53の流量、さらに必要に応じ、パージガス導入量調整弁81の流量を初期設定する。次いで、プラズマ処理室1内を、弁51を開き、排気ポンプ52の運転により所定のエッチング真空度に維持しつつ該室1内に、弁431、432・・・を必要に応じ開いて所定のプロセスガスを導入し、さらに、RF電源22をオンして電極2に高周波電圧を印加する。さらに必要に応じ、パージガス導入部8の電磁弁82を開く。基体温度については、なり行きに任せるか、又は必要に応じ図示を省略した冷却手段にて冷却する。或いは加熱手段で加熱する。

【0035】かくして導入したプロセスガスをプラズマ化して分解し、このプラズマに基体90を曝して、その上の膜をエッチングする。かかる成膜、エッチングのいずれにおいても、プラズマ生成領域にレーザビーム照射装置7からシートレーザビームを照射し、パーティクルによるその散乱光をカメラ6で観測することで、プラズマ中のパーティクルの状況を知る。この観測結果とそれに基づくデータ処理部9からの情報に基づき、必要に応じ、パーティクルを減少させるように、手動制御にて、或いは自動制御にて、次の少なくとも一つの制御を行う。すなわち、電源22についてはRFパワーを下げる方向に、マスフローコントローラ451、452・・・についてはその流量を絞る方向に、排気調整弁53については排気速度を上げる方向に、パージガス導入量調整弁81についてはパージガス導入量を増加させる方向にコントロールする。なお、パージガスの導入については、当初から行ってもよいし、パーティクルの観測結果に基づいて導入開始してもよい。

かくして、パーティクルの付着や混入の抑制された望ましい成膜又はエッチングが行われる。

【0036】次に前述の装置を用い、成膜又はドライエッチングした具体例を順次説明する。成膜については6インチシリコン基板、コーニング7059(200mm×200mm)上に後述する膜を形成し、エッチングについても同様な基板上的後述する膜をエッチングした。

【0037】高周波電極2のサイズは、いずれの場合も300mm×300mmとした。また、パーティクル観測にあたっては、レーザビーム照射装置7から1.0ワットのレーザビームをプラズマ生成領域へ照射し、これをカメラ6にて観測した。

(1) カメラ6の撮影画像を処理するデータ処理部9からの情報に基づいて、プラズマ状態を手動コントロールした例。

a. 基体上に (a-Si:H) 膜を後述する初期条件 1 にて形成し、また、(a-SiNx) 膜を後述する初期条件 2 にて形成した。いずれの成膜においても、プラズマ中のパーティクル量を観測した。プラズマの異常放電によるパーティクルの異常増加が認められたため、パーティクル量の増加に伴う膜への影響 (膜内欠陥の発生、電子移動度の変化、膜平坦化の変化) を膜評価との相関をとることにより求め、それに基づき、プロセスの最適化が可能となった。

b. 基体上の (a-Si:H) 膜の後述の初期条件 3 によるエッチング、(a-SiNx) 膜の後述する初期条件 4 によるエッチング、(Al) 膜の後述する初期条件 5 によるエッチング、(ITO) 膜の後述する初期条件 6 によるエッチングを行った。

【0038】いずれのエッチングにおいてもプラズマ中のパーティクル量を観測した。プラズマの異常放電によるパーティクルの異常増加が認められたため、エッチング終了時の残存パターン膜の評価との相関をとることでパーティクル量の増加に伴う膜への影響 (再付着物の変化) を求めた。それに基づきステッププロセスの条件決定が容易になった。

(2) カメラ 6 の撮影画像を処理するデータ処理部 9 からの情報に基づきプラズマ状態を自動コントロールした例。

a. 基体上に (a-Si:H) 膜を後述する初期条件 1 にて形成し、また、(a-SiNx) 膜を後述する初期条件 2 にて形成した。

【0039】いずれの成膜においてもパーティクル量を観測し、その画像をデータ処理部 9 にて処理し、そこからの情報に基づき、パーティクル量を減少させるように、RF パワーが下げられ、プロセスガス圧が下げられた。例えば (a-SiNx) 膜の成膜では後述する条件 7 のとおりに変更された。これにより、電子の移動度 $0.8 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ (従来は $0.6 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$) を得ることができた。

b. 基体上に (a-Si:H) 膜を後述する初期条件 1 にて形成し、また、(a-SiNx) 膜を後述する初期条件 2 にて形成した。

【0040】いずれの成膜においてもパーティクル量を観測し、その画像をデータ処理部 9 にて処理し、そこからの情報に基づき、パーティクル量を減少させるように、後述の条件 8 のとおりパージガス (N_2 ガス) が導入され、同時に排気速度が速くされた。これにより、電子の移動度 $0.8 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ (従来は $0.6 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$) を得ることができた。

c. 基体上の (a-Si:H) 膜の後述の初期条件 3 によるエッチング、(a-SiNx) 膜の後述する初期条件 4 によるエッチング、(Al) 膜の後述する初期条件 5 によるエッチング、(ITO) 膜の後述する初期条件 6 によるエッチングを行った。そして、その観測画像を

データ処理部 9 で処理して得られた情報に基づき、パーティクル量を減少させるように、RF パワーが下げられた。

【0041】例えば (a-SiNx) 膜のエッチングでは、後述する条件 9 に変更された。この結果、従来では約 $10 \text{ ケ}/\text{cm}^2$ あったパーティクルの再付着による $1 \mu\text{m}$ オーダの欠陥が存在しない良質の残存膜が得られた。

d. 基体上の (a-Si:H) 膜の後述の初期条件 3 によるエッチング、(a-SiNx) 膜の後述する初期条件 4 によるエッチング、(Al) 膜の後述する初期条件 5 によるエッチング、(ITO) 膜の後述する初期条件 6 によるエッチングを行った。そして、その観測画像をデータ処理部 9 で処理して得られた情報に基づき、パーティクル量を減少させるように、後述する条件 8 でパージガスが導入され、同時に排気速度が速くされた。

【0042】この結果、従来では約 $10 \text{ ケ}/\text{cm}^2$ あったパーティクルの再付着による $1 \mu\text{m}$ オーダの欠陥が存在しない良質の残存膜が得られた。

e. 前記 a. と b. とを組み合わせ、RF パワーの低下、プロセスガス圧の低下、パージガスの導入及び排気速度の増加を併せて前述のように採用する成膜を行った。その結果、形成された (a-Si:H) 膜、(a-SiNx) 膜について、移動度 $1.0 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ を得ることができた。

f. 前記 c. と d. とを組み合わせ、RF パワーの低下、プロセスガス圧の低下、パージガスの導入及び排気速度の増加を併せて前述のように採用するエッチングを行った。その結果、パーティクルの再付着による $1 \mu\text{m}$ オーダの欠陥が存在しない良好な残存膜が得られた。

【0043】条件 1 (a-Si:H 成膜)

RF パワー	200W
プロセスガス圧	0.35 Torr
SiH_4	100 sccm
NH_3	400 sccm
基板温度	300°C

条件 2 (a-SiNx 成膜)

RF パワー	400W
プロセスガス圧	0.8 Torr
SiH_4	28 sccm
NH_3	200 sccm
基板温度	350°C

条件 3 (a-Si:H エッチング)

RF パワー	100W
プロセスガス圧	0.04 Torr
SF_6	40 sccm
CHCl_3	7.5 sccm
電極温度	350°C

条件 4 (a-SiNx エッチング)

RF パワー	200W
--------	------

プロセスガス圧 0.04 Torr
 CHF_3 90 sccm
 O_2 5 sccm
 電極温度 30℃

条件5 (A1 エッチング)

RFパワー 100W
 プロセスガス圧 30 Torr
 CHCl_3 7 sccm
 Cl_2 5 sccm
 BCl_3 40 sccm
 電極温度 30℃

条件6 (ITO エッチング)

RFパワー 50W
 プロセスガス圧 50 Torr
 CH_3OH 5 sccm
 CH_4 45 sccm
 H_2 75 sccm
 電極温度 30℃

条件7 (例: a-SiNx)

RFパワー 400→350W
 プロセスガス圧 0.8→0.7 Torr

条件8 (例: a-SiNx)

N_2 ガス 500 ccm

条件9 (例: a-SiNx)

RFパワー 200W→150W

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明によると、プラズマ処理室内に設置した高周波電極とこれに対向する接地電位の電極のうち一方に被処理基体を設置し、前記プラズマ処理室内を排気手段により所定処理真空度に維持しつつ前記両電極間にプロセスガス導入手段にてプロセスガスを導入するとともに前記高周波電極に高周波電圧印加手段にて高周波電圧を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマに前記基体を曝すことで該基体に目的とするプラズマ処理を施すプラズマ処理装置であって、プラズマ中のパーティクル発生を抑制するように、若しくは一旦発生したパーティクルをできるだけ室外へ排出できるように、又はこれら双方を行い得るように前記排気手段、プロセスガス導入部及び高周波電圧印加手段のうち少なくとも一つを制御するために、プラズマ中のパーティクルの状態を観測できるパーティクルモニタ付き

のプラズマ処理装置を提供することができる。

【0045】請求項2記載の装置によると、プラズマ中のパーティクルの観測を容易に行える。請求項3記載の装置によると、パーティクル観測結果に基づいて、排気手段、プロセスガス導入手段及び高周波電圧印加手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように自動的に制御できる。

【0046】請求項4記載の装置によると、一旦発生したパーティクルをプラズマ処理室外へ、より速やかに排出することができるようにパージガスを導入することができ、パーティクル観測結果に基づいて、排気手段、プロセスガス導入手段、高周波電圧印加手段及び該パージガス導入手段のうち少なくとも一つをパーティクルを減少させるように自動的に制御できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の概略構成図である。

【図2】従来のプラズマ処理装置例の概略構成図である。

【符号の説明】

- 1 プラズマ処理室
- 2 高周波電極
- 22 高周波電源
- 23 マッチングボックス
- 3 接地電極
- 441、442 プロセスガス源
- 431、432 電磁開閉弁
- 451、452 マスフローコントローラ
- 51 電磁開閉弁
- 52 排気ポンプ
- 53 排気調整弁
- 6 CCDカメラ
- 7 レーザビーム照射装置
- 8 パージガス導入部
- 81 可変流量調整弁
- 82 電磁開閉弁
- 83 パージガス源
- 9 データ処理部
- 91 ディスプレイ装置
- 10 制御部
- 101 操作パネル

【図 2】

